

Эпюры касательных напряжений  $\tau_M$  разнозначны (рис.4,б), соответственно напряжения меняют направление по высоте сечения, самоуравновешиваясь. Площадь эпюры  $\tau_M$  равна нулю.

1.Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – М.: Высш.шк., 2000. – 560 с.

2.Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. – М.: Наука, 1976. – 704 с.

3.Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1975. — 376 с.

*Получено 20.10.2003*

УДК 666.965 (063)

Е.С.ШИНКЕВИЧ, А.С.МАНЖОС, Н.В.СИДОРОВА, Е.С.ЛУЦКИН

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

С.И.ПОЛИТКИН

*Объединение «Одессастройматериалы»*

### **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЗАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения минеральных добавок с оптимальной удельной поверхностью для регулирования морфологии, скорости гидратообразования и физико-механических свойств силикатных материалов безавтоклавного твердения.

В условиях современных экономических отношений перед технологами и производителями стоят задачи, охватывающие как экономические, так и эколого-технологические аспекты производства строительных материалов. Требования к продукции и ее производству, определяемые с учетом интересов потребителей, учитывают актуальные вопросы экономической целесообразности и конкурентоспособности современных материалов и изделий, а также технологии их производства. Решение данных вопросов основывается на разработке и внедрении ресурсосберегающих технологий, которые обеспечивают заданные эксплуатационные свойства материалов высокой надежности и долговечности.

Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий предполагает в качестве одного из эффективных технологических приемов использование резервов строения минеральных веществ вместо затрат электроэнергии и управления на современном уровне процессом структурообразования таким образом, чтобы обеспечить прогнозируемые эксплуатационные свойства строительных материалов [1, 2].

В современном строительстве значительный объем в общем объе-

ме производства стеновых материалов приходится на долю силикатных изделий. Есть все основания считать целесообразным дальнейшее развитие этого вида материалов, так как производство силикатных изделий располагает значительным потенциалом в виде сырьевой базы и резервов производства.

Объектом исследования стали модифицированные силикатные композиционные материалы безавтоклавного твердения.

Цель исследования – влияние величины удельной поверхности минеральной добавки и режимно-технологических параметров на структуру и строительно-эксплуатационные свойства силикатных материалов безавтоклавного твердения.

Предмет исследования: анализ связи состава, структуры и свойств на основе экспериментально-статистических моделей.

В настоящее время установлено, что более предпочтительной по сравнению с тепловлажностной активацией является химическая активация минеральных веществ, так как она способствует повышению прочности за счет роста скорости структурообразования и, соответственно, процессов кристаллизации при одновременном формировании более мелкокристаллической и плотной структуры [3].

Известно, что гидросиликаты кальция, которые определяют прочностные свойства силикатных материалов, гидратируются в процессе автоклавирования, в условиях горячего насыщенного водяного пара. В этих условиях концентрация ионов  $H_3O^+$  и  $OH^-$  в дисперсионной среде существенно возрастает за счет повышения диссоциации молекул воды и в результате взаимодействия активированного в процессе гидротермальной обработки кремнезема с оксидом кальция активно гидратируются гидросиликаты тоберморитовой группы.

Разработанные в настоящее время материаловедческие основы активации минеральных веществ и различные технологические способы их реализации позволили предположить, что активация известково-кремнеземистой смеси за счет введения в ее состав химически активного и оптимального по дисперсности кремнеземистого компонента с аморфной структурой в виде трепела, а также реализация внутренних резервов кристаллического кварца за счет интенсификации внешних воздействий на стадии перемешивания, позволит повысить гидравлические свойства смеси и понизить температуру образования гидросиликатов кальция, определяющих прочностные свойства модифицированных силикатных материалов.

*Теоретические предпосылки.* В фундаментальных исследованиях показано, что интенсивность взаимодействия минеральных вяжу-

щих веществ с водой предопределяется как термодинамическими особенностями системы, такими как химическая активность, характеризующая степень ионности связи [2, 4] так и кинетическими параметрами, а именно: концентрацией и свойствами активных центров и концентрацией активных частиц в воде ( $H_3O^+$  и  $OH^-$ ) [5]. От химической активности (то есть от степени ионности связи) [6] и от фазового состояния (т.е. концентрации активных центров) зависит характер взаимодействия составляющих с водой.

При оценке химической активности как термодинамического параметра необходимо одновременно учитывать влияние дефектности структуры, которая хотя и несколько повышает степень ионности, но действует главным образом как кинетический параметр, оказывая влияние на формирование и концентрацию активных центров. Следовательно, можно заключить, что эти два параметра тесно связаны друг с другом. Повышение химической активности неизменно приводит к повышению термодинамической активности системы [7].

Таким образом, для снижения температуры гидратации рационально регулировать как термодинамические, так и кинетические параметры дисперсных систем одновременно. В работах [5, 6] показано, что повышение дефектности структуры не только приводит к повышению ионности связи, но и в первую очередь сказывается на кинетических особенностях процесса – повышается концентрация и изменяются свойства активных центров.

*Практическая реализация.* В многочисленных современных исследованиях показано, что интенсификация внешних воздействий на одной из стадий получения материала приводит к появлению качественно новых свойств за счет реализации внутренних резервов составляющих компонентов.

В настоящем исследовании механоактивация осуществлялась в скоростном смесителе-активаторе [4]. В турбулентных потоках смеси в момент соударения частиц возникают значительные деформации, которые изменяют характер дефектности кристаллов твердой фазы и способствуют аморфизации структуры на их поверхности [7].

Химическая активация в настоящем исследовании осуществлялась за счет введения аморфного кремнезема в виде трепела с различной удельной поверхностью взамен доли кристаллического кремнезема в виде кварца.

*Планирование, математическое моделирование и анализ результатов эксперимента.* Для формирования информационной базы экспериментально-статистического моделирования спланирован многофак-

торный натуральный эксперимент, который поставлен по плану типа “треугольники на кубе” – МТQ [8]. В эксперименте варьировалась тонкость помола минеральной добавки в виде трепела, которая характеризовалась удельной поверхностью  $v_i = S_{уд} = 500, 475 \text{ и } 350 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Длительность предварительного выдерживания варьировалась в пределах  $\tau_{не} = X_4 = (0-12) \text{ ч}$  при  $\Delta X_4 = 6 \text{ ч}$ . Длительность твердения в условиях пропаривания при  $T = (85 \pm 3)^\circ\text{C}$  варьировалась в интервале  $\tau_{тво} = X_5 = (14 \pm 4) \text{ ч}$ . Содержание добавки гипса изменялось  $C_2 = X_6 = (2,5 \pm 2,5)$ .

В результате реализации эксперимента получены многофакторные ЭС-модели “смесь - технология - свойство” и “смесь - технология - характеристики структуры”, что позволило изучать зависимости “смесь - технология - структура - свойства” [8]. Анализ значимости эффектов взаимодействий в дисперсных системах позволит выделить наиболее чувствительные к управлению факторы состава и технологии для прогнозирования путей дальнейшего регулирования свойств модифицированных силикатных композитов. В области факторного пространства  $R_{сж}$  изменяется от 6,5 до 22,5 МПа, т.е. в 4 раза,  $R_{изг}$  изменяется в 2,5 раза и обеспечивает прочность, превышающую нормированную: для М75, 100 – на 50-60%, М125, 175 – на 30-35%, М200 – на 15%,  $\lambda$  изменяется от 0,46 до 0,92 Вт/м  $^\circ\text{C}$ , т.е. в 2 раза, морозостойкость изменяется в 2,1 раза, плотность  $\rho = 1500-1650 \text{ кг/м}^3$  на 20-25% ниже плотности силикатных материалов автоклавного твердения [9, 10].

Изменение свойств под влиянием удельной поверхности минеральной добавки, содержания добавки гипса и условий твердения объясняется модификацией структуры под влиянием перечисленных факторов: изменяется кинетика и интенсивность водонасыщения на 15%, что свидетельствует об изменении характера и размера капилляров, изменяется содержание свободной и гидратной воды в новообразованиях,  $P_o/P$  изменяется на 35%,  $P_o/P_z$  изменяется в 5 раз.

Результаты физико-химических исследований показали наличие в структуре модифицированных силикатных композиционных материалов частично закристаллизованных тоберморитоподобных высокоосновных гидросиликатов кальция  $CSH(II)$  с соотношением  $C/S \geq 1,5 \div 2$  [11, 12]. Морфология  $CSH(II)$  также как и другие свойства изменяется в довольно широких пределах в зависимости от условий получения и отношения  $C/S$ . В данном случае под электронным микроскопом  $CSH(II)$  имеет вид связок волокон с утолщенными концами

размером до  $10 \text{ А}^\circ$  (рис.1, а).

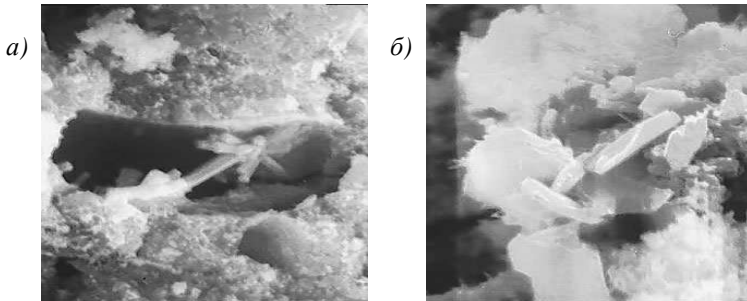


Рис 1 – Вид и морфология гидросиликатов кальция под электронным микроскопом ( $n \cdot 10000$ ) в различных условиях структурообразования:

а – составы без гипса,  $S_{уд} = v_3$ , условия:  $\tau_{пв} = 0 \text{ ч}$ ,  $\tau_{ТВО} = 18 \text{ ч}$ ;

б – составы с гипсом,  $S_{уд} = v_3$ , условия:  $\tau_{пв} = 0 \text{ ч}$ ,  $\tau_{ТВО} = 18 \text{ ч}$

Присутствуют также низкоосновные гидросиликаты кальция в виде кристаллического гиллебрандита  $C_2SH(B)$  и его разновидностей в виде  $C_2SH(C)$ . Под электронным микроскопом  $C_2SH(B)$  – игольчатые кристаллы с  $n = 16,2 \text{ А}$ , образующие скопления,  $C_2SH(C)$  – тонкокристаллическая масса (рис.1, б).

В зависимости от условий кристаллизации и параметров порового пространства в структуре композитов гидратируются ГСК разной основности и в различных сочетаниях (структура мелкокристаллическая).

Результаты корреляционного анализа показали, что удельная поверхность минеральной добавки влияет на величину и направление степени взаимосвязи прочности при сжатии с содержанием кристаллического гиллебрандита (рис.2).

Согласно [13], именно оптимальное соотношение между кристаллическими (низкоосновными) и слабокристаллическими (высокоосновными) продуктами гидратации обеспечивает высокую прочность композиционных материалов.

$$\ln(C_2SH(B)+10)= \begin{vmatrix} 3,66 v_1 & +0,97 v_1 v_2 & -0,41 v_1 x_4 & \bullet & -0,2 v_1 x_6 & -0,1 x_4^2 & -0,8 x_4 x_5 \\ +3,68 v_2 & \bullet & \bullet & \bullet & -0,7 v_2 x_6 & -0,8 x_5^2 & \bullet \\ +3,56 v_3 & -1,04 v_1 v_3 & +0,4 v_3 x_4 & \bullet & +0,2 v_3 x_6 & -0,3 x_6^2 & -0,7 x_5 x_6 \end{vmatrix} \quad (1)$$

Моделирование результатов дифференциально-термического анализа (модель 1) показало, что удельная поверхность минеральной добавки влияет не только на морфологию, но и на скорость образова-

ния ГСК (рис.2). Следовательно, начальные условия твердения и удельная поверхность минеральной добавки определяют кинетику структурообразования, интегральную структуру силикатного камня и в итоге – свойства модифицированных силикатных композитов.

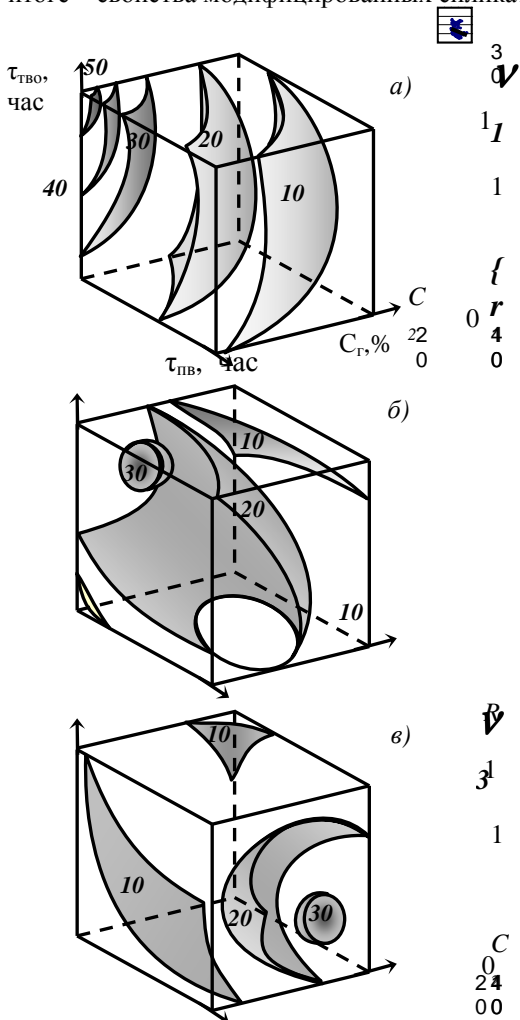


Рис.2 – Влияние режимно-технологических факторов и содержания добавки гипса на содержание  $C_2SH(B)$  (в процентах) и корреляционная взаимосвязь прочности при сжатии с содержанием  $C_2SH(B)$  для различной удельной поверхности минеральной добавки:

$a - v_1 = 350 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;  $б - v_2 = 425 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;  $в - v_3 = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$

### Выводы

1. Установлено, что комплексная активация известково-кремнеземистой смеси на стадии приготовления за счет аморфизации поверхности кристаллического кварца и ускорения степени диссоциации молекул воды в результате интенсификации внешних механических воздействий в водной среде, а также введения в оптимальном количестве и оптимальной удельной поверхности минеральной добавки в виде трепела, как более химически активного по сравнению с кристаллическим кварцевым песком компонента, позволит повысить гидравлические свойства смеси и понизить температуру образования гидросиликатов кальция. В результате комплексная химическая активация исходной смеси обеспечила снижение интенсивности термоактивации в процессе гидротермального синтеза кристаллогидратов. Используемые технологические приемы, дополняя друг друга, позволяют реализовать внутренний потенциал минеральных компонентов силикатобетонной смеси для снижения температуры гидратации гидросиликатов кальция. Комплексная активация смеси позволила в технологическом аспекте перейти от автоклавирования к пропариванию модифицированных силикатных композитов.

2. Обоснована и показана возможность применения минеральных добавок с оптимальной удельной поверхностью для регулирования физико-механических свойств модифицированных композитов.

3. Установлено, что коэффициент корреляции прочности при сжатии с содержанием кристаллогидратов зависит от величины удельной поверхности минеральной добавки, и может служить оценкой степени влияния данного вида ГСК на прочность силикатных материалов безавтоклавного твердения. На основании проведенных исследований можно заключить, что величина удельной поверхности минеральной добавки определяет условия и как следствие морфологию и скорость образования кристаллогидратов.

4. Установлено, что использование минеральных пористых добавок в производстве модифицированных силикатных материалов способствует снижению плотности на 20-25%, повышению их пористости за счет увеличения доли закрытой естественной пористости добавок и частичной закупорки пор композита аморфной фазой. Повышение содержания аморфных соединений в структуре материала, также как и изменение характера пористости, способствует улучшению теплофизических свойств ( $\lambda < 0,6$ ) и повышению водостойкости композитов ( $k_p > 0,85$ ). А оптимальное соотношение между кристаллической и аморфной фазами обеспечивает требуемые прочностные показатели материала.

1. Комохов Н.К. Технология радиационностойкого бетона, его структура и свойства // Межрегиональные проблемы экологической безопасности. Т.2. – С.-Петербург – Сумы: Слобожанщина, 2002. – С.19-23.
2. Цементные бетоны с минеральными наполнителями / Л.И.Дворкин, В.И.Солома-тов, В.Н.Выровой, С.М. Чудновский; Под ред. Л.И.Дворкина. – К.: Будівельник, 1991. – 136 с.
3. Сватовская Л.Б., Сычев М.М. Активированное твердение цементов. – Л.: Строй-издат, 1983. – 160 с.
4. Барабаш И.В. Особенности изменения комплекса свойств механоактивирован-ных твердеющих цементных композиций // Прогнозирование в материаловедении: Ма-тер. к 41<sup>му</sup> междунар. семинару МОК'41. – Одесса: Астропринт, 2002. – С.111.
5. Штапельберг Д.И., Сычев М.М. Самоорганизация в дисперсных системах. – Ри-га: Зинатне, 1990. – 175 с.
6. Ущеров-Маршак О.В. Калориметрия цемента и бетона: Избранные труды / Отв. ред. В.П.Сопов. – Харьков: Факт, 2002. – 214 с.
7. Хайнике Г. Трибохимия. – М.: Мир, 1987. – 524 с.
8. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / В.А.Вознесенский, Т.В.Ля-шенко, Я.П.Иванов, И.И.Николаев. – К.: Будівельник, 1989. – 240 с.
9. Шинкевич Е.С. Моделирование и оптимизация модифицированных силикатных композитов // Материалы к междунар. семинару МОК'42. – Одесса: Астропринт, 2003. – С.24.
10. Шинкевич Е.С., Сидорова Н.В., Луцкин Е.С., Гнып О.П. Анализ и оптимизация структуры и свойств активированных силикатных материалов безавтоклавного тверде-ния // Композиционные материалы для строительства: Весник ДонГАСА. Вып.1 (38). – Макеевка: ДонГАСА, 2003. – С.172-178.
11. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 2. – М.: Химия, 1973. – 688 с.
12. Горшков В.С., Тимашов В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического ана-лиза вяжущих веществ. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
13. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986. – 407 с.

*Получено 20.10.2003*

УДК 624.543 : 624.012

**Т.Г.МОЛОДЧЕНКО-СЕРЕБРЯКОВА**

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **УЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕДВИЖИМОСТИ ЖИЛОГО ФОНДА ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ ЕГО СТОИМОСТИ**

Рассматриваются факторы, определяющие стоимость недвижимости жилого фон-да. Приведена схема выполнения расчетов с учетом физического износа составляющих элементов зданий.

Готовящийся к принятию закон о налогообложении недвижимости предпола-гает разработку базы налогообложения в стоимостном выражении. Эта база используется также и при приватизации государ-ственного жилого фонда, при осуществлении операций купли-продажи недвижимости и, в частности, отдельных квартир.